© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Zur Ökologie großer Fließgewässer am Beispiel der Fischfauna der österreichischen Donau

von
F. Schiemer & H. Waidbacher

Summary
Contributions to the ecology of large rivers illustrated by the fish fauna of the Austrian Danube. Three new concepts have been developed for explaining ecological processes in large rivers: ecotone-concept, flood-pulse concept and connectivity concept. All concepts discuss the importance of interactions between the main river, its banks and the connected riverine forests and flood plains. The ecological situation in large rivers is characterised by a dynamic instability.
Dams, hydrological powerplants and regulations have drastically changed the Austrian Danube which is reflected by the situation of the Danube fish populations. Especially species which are ecologically dependent on riverine and semiterrestric habitats are documented in the "Austrian Red List of Endangered Fish species". Actual studies concerning the fish fauna of the Austrian Danube are discussed and important factors for ecosystem management are proposed.

Ökologie großer Fließgewässer

Die Limnologie großer Fließgewässer ist, im Hinblick auf ihre naturnahe Erhaltung, Revitalisierung und dem dazu erforderlichen Management, zu einem wichtigen Thema geworden.

In großen Flüssen wie der Donau sind die seitlichen Austauschprozesse zwischen dem Fluß und den begleitenden Auen besonders wichtig (SEDELL et al. 1989). Die Intensität dieser Interaktion ist von dem Relief der Aulandschaft und den Wasserstandsfluktuationen des Flusses abhängig. Der Schlüsselfaktor für das Verständnis der Ökologie solcher komplexer Flußlandschaften sind einerseits Hochwasserüberflutungen und andererseits die hydrologische Vernetzung von Fluß, Grundwasser und Nebengewässern.

Im Verlauf der letzten Jahre sind wichtige Konzepte für das Verständnis der Ökologie von Flußauen entwickelt worden.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Das Ökoton- Konzept (NAIMAN & DECAMPS 1990)

Unter Ökoton versteht man Übergangszonen, Grenzzonen von unterschiedlichen Lebensgemeinschaften, z.B. von Land und Wasser. Solche Übergangszonen sind durch hohen Artenreichtum gekennzeichnet und weisen oft höhere Energieumsätze als die angrenzenden Flächen auf. Flußauen stellen insgesamt ein Ökoton zwischen Land und Wasser dar. In den Auen besteht darüber hinaus eine Vielfalt und Hierarchie von Übergangszonen. Die Dichte und Konfiguration solcher Ökotone ergeben die hohe Biodiversität. Betrachtet man die Bedeutung der Ökotone im Längsverlauf von Fließgewässern, so gilt generell, daß sie im Bereich niederer Flußordnung, d.h. im Bereich der kleinen Bäche und Flüsse, von großer Bedeutung sind: die unmittelbare Ufervegetation ist bestimmend für den Eintrag organischer Substanz, für die Licht- und Nährstoffverhältnisse, sowie die strukturellen Gegebenheiten im Bach. Mit zunehmender Flußordnungszahl nimmt die Ökotonbedeutung zunächst ab, steigt aber im Bereich der Furkationszonen und Mäanderzonen samt ihren Überschwemmungsgebieten stark an.

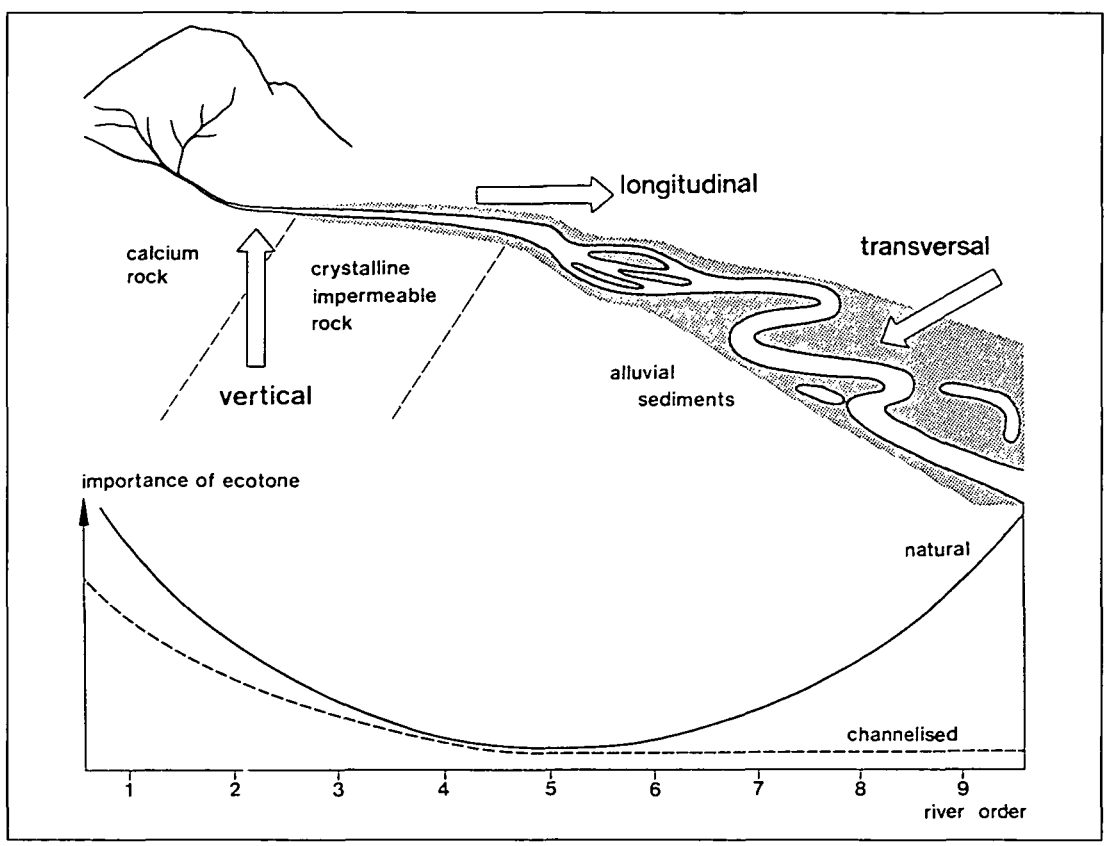


Abb. 1: Bedeutung der Ökotone im Längsverlauf eines Fließgewässers im natürlichen und regulierten Zustand. Neben dem Land – Wasser Übergangsbereich gibt es Ökotone im Längsverlauf von Fließgewässern und vertikal zum Grundwasser. Nach SCHIEMER & ZALEWSKI (1992).

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Das gilt für den unregulierten Flußlauf. In regulierten Flüssen ist die Bedeutung der Ökotone sehr stark eingeschränkt. Ein vorrangiges Naturschutz- und Managementziel muß sein, Ausmaß und Funktion dieser Ökotone zu verbessern.

Das „Flood-pulse"-Konzept

Ein zweites Konzept bezieht sich auf die Auswirkung von Hochwässern („Flood pulse" JUNK et al. 1989). Hier sind verschiedene Aspekte zu unterscheiden:

Die hochwasserbedingten Störungen stellen ein ganz wesentliches landschaftsökologisches Element dar:

- sie bedingen eine Umgestaltung von Uferstrukturen, des Aureliefs und der Altarme;
- sie initiieren durch diese Umgestaltung Sukzessionsabläufe, d.h. schaffen Standortbedingungen für Pionier- und Folgegesellschaften;
- sie verhindern Stagnationserscheinungen in Altarmen, bedingen ein schnelleres Recycling von Kohlenstoff und Nährstoffen;
- sie führen zu einem Abtransport an angelandeten Sedimenten aus den Altarmen;
- sie kontrollieren konkurrenzstarke Arten und ermöglichen dadurch eine Koexistenz von konkurrenzschwächeren Arten: Erhöhung der Biodiversität.

Flußmorphologische Dynamik und hochwasserbedingte Störungen ergeben ein dynamisches Gleichgewicht von Neubildung und Verlandung, das in einer entsprechenden Habitatvielfalt resultiert.

Störungen sind ein wesentliches landschaftsökologisches Phänomen, das zu ständigen, kleinräumigen Veränderungen führt, die aber auf einer höheren Zeit- und Raumskala den Bestand des „Ökosystems Flußauen" ermöglichen.

In der modernen Ökologie ist die große Bedeutung von Ungleichgewichtsverhältnissen und Störungen erkannt worden.

Nicht Stabilität sondern Ungleichgewichtsbedingungen sind Charakteristika vieler Landschaftselemente. Daraus ergibt sich die intellektuelle Auseinandersetzung zwischen Ökologie und Wasserbau, in dessen Planungsphilosophie Stabilisierung und Sicherung im Vordergrund stehen muß, während von ökologischer Seite Störungen und Instabilitäten ein wesentliches Element darstellen.

Diese Störungen sind aber nur der eine Teil des „Flood pulse" Konzeptes. Ein zweiter Aspekt der Hochwässer betrifft ihre produktionssteigernde Wirkung:

Wasser- und Nährstoffeintrag erhöhen die Produktivität der semiterrestrischen und aquatischen Lebensräume. Für die Fischfauna zum Beispiel werden neue Nahrungszonen erschlossen. Auf die große Bedeutung von Hochwässern für die Produktivität der Fischfauna hat bereits ANTIPA (1928) hingewiesen. HOLCIK & BASTL (1976) stellten eine Korrelation zwischen dem durchschnittlichen Wasserstand und dem Fischertrag im Folgejahr her.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Das Vernetzungskonzept

Der quantitative Zusammenhang von Fischertrag und Überflutungsdauer und Häufigkeit führt uns zu einem dritten Konzept, dem „Vernetzungskonzept" (AMOROS & ROUX 1988, SCHIEMER 1994). Es besagt, daß durch die Vernetzung von Fluß und Altarmen die Produktions- und Abbauprozesse in beiden Teilbereichen wechselseitig gefördert werden. Die hydrologische Dynamik erhält die Porosität des gesamten Wasserlaufes und begünstigt durch einen Austausch von Nährstoffen und organischem Kohlenstoff die Stoffwechselprozesse im Fluß und in den Nebengewässern.

Das Ausmaß der Vernetzung ist aber auch ein wichtiger Lebensraumfaktor. Das gilt insbesondere für viele Fischarten, die durch diese Vernetzung von Fluß und Nebengewässern sehr stark gefördert werden.

Situation der österreichischen Donau

Die gegenwärtige Situation an der Donau ist durch die Regulierung und Stauhaltung geprägt. Durch diese Eingriffe ergaben sich Defizite im Strukturreichtum und im Wasserhaushalt der Auen, die nicht nur zu einer Beeinträchtigung der ökologischen Gegebenheiten und der ursprünglichen Lebensgemeinschaften führten, sondern auch zu einer Beeinträchtigung der praktischen Nutzungsmöglichkeiten für Trinkwassergewinnung, Forstwirtschaft und Fischerei.

Die wesentlichen hydrologischen Veränderungen, die durch Regulierung erfolgten, sind:

1. die Kanalisierung des Abflusses auf ein eingeengtes Profil mit befestigtem Ufer,
2. die Abtrennung von Nebenarmen,
3. eine Einschränkung der Hochwasser-Einwirkung,
4. ein höherer Wasserrückhalt in den Altarmen durch den Einbau von rückstauenden Traversen.

Dies führte zu wesentlichen Folgewirkungen im Fluß selbst sowie in den Austauschbedingungen zwischen Fluß und Au:

Die erhöhte Schleppkraft resultiert in einer Eintiefungstendenz des Flusses und beschleunigt dadurch die Trennung von Fluß und Auen. Es kam zu einem starken Verlust an aquatischen und amphibischen Flächen. Die Abdämmung durchziehender Hochwässer hat zur Folge, daß angelandetes Feinmaterial nicht mehr abtransportiert wird und bewirkt eine erhöhte Verlandungstendenz in den Altarmen. Die mangelnde hydrologische Dynamik führt in der Folge zu einer Abdichtung des Grundwasser-Körpers.

Vergleicht man die geographischen Aufnahmen aus der Zeit vor der Donauregulierung mit der derzeitigen Situation, so zeigt sich der enorme Verlust an Gewässerfläche und an bestimmten flußmorphologischen Strukturen, wie Schotterbänke und flache Uferzonen.

Der sukzessive Rückgang vieler Tier- und Pflanzenarten, die früher häufig waren, weist darauf hin, daß Verbesserungsmaßnahmen erforderlich sind. Die Fischfauna erweist sich hier als besonders wichtiger Indikator.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Fischfauna der österreichischen Donau

Die Fischfauna der österreichischen Donau ist durch ihre hohe Artenanzahl gekennzeichnet (SCHIEMER & SPINDLER 1989). Im Verlauf der faunistischen Erhebungen, die in den letzten Jahren durchgeführt wurden, konnten 60 Fischarten festgestellt werden. Von diesen sind 52 autochthon bzw. langfristig von der Donau bekannt. Dieser Artenreichtum ist auf die tiergeographische Funktion der Donau als Einwanderungsroute für eine ponto-kaspische und innerasiatische Fauna, und als Entstehungsgebiet neuer Formen zurückzuführen: Einige Arten, z.B. Frauennerfling (*Rutilus pigus virgo*), Zingel (*Zingel zingel*), Weißflossen-Gründling (*Gobio albipinnatus*) sind ausschließlich im Donaugebiet heimisch.

Die Mannigfaltigkeit entspricht anderseits der reichen ökologischen Strukturierung des Gebietes durch den Übergang von rithralen Bedingungen (Salmonidenzone) in den Durchbruchsstrecken und epipotomalen Bedingungen (Barbenzone) in den Furkations- und Anschotterungszonen.

Einige Arten, z.B. Hecht (*Esox lucius*), Zander (*Stizostedion lucioperca*), Karpfen (*Cyprinus carpio*) werden durch Besatzmaßnahmen beeinflußt. Die Mehrheit der nachgewiesenen Arten beruht jedoch auf natürlicher Reproduktion. Die Fauna in den flußauf gelegenen Talabschnitten beinhaltet noch immer charakteristische rithrale Elemente wie Bachforelle (*Salmo trutta fario*), Äsche (*Thymallus thymallus*) und Elritze (*Phoxinus phoxinus*), obwohl die Populationsstärken genannter Arten vor allem durch die anthropogenen Beeinträchtigungen der Zubringer (Regulierung, Stauhaltung etc.) stark zurückgegangen sind.

Vergleicht man die gegenwärtige Artenliste mit historischen Befunden, so zeigt sich, daß ein Großteil der ursprünglichen Fauna noch immer vorkommt. Nur die anadromen Acipenseriden, die Störverwandten, die als saisonale Einwanderer aus dem Schwarzen Meer im österreichischen Donauabschnitt auftraten (Hausen *Huso huso*, Waxdick *Acipenser gueldenstaedti*, Sternhausen *Acipenser stellatus*, Glattdick *Acipenser nudiventris*), haben bereits seit dem letzten Jahrhundert infolge der Überfischung sehr stark abgenommen. Seitdem ihre Wanderroute durch die großen Staudämme am „Eisernen Tor" unterbrochen wurde, sind sie im Gebiet völlig verschwunden.

Es gibt keine älteren Aufzeichnungen über die Populationszusammensetzung der Fischfauna. Wir können aber annehmen, daß durch die Donauregulierung die ökologische Gruppe der Flußfische (Rheophile) stärker betroffen wurde als die indifferenten und limnophilen Arten. Ein Hinweis dafür ist die Tatsache, daß die meisten typischen Flußfische der Donau in der „Roten Liste" gefährdeter Arten geführt werden (siehe Tab.1). Eine nach wie vor abnehmende Tendenz einstmals häufiger Arten weist darauf hin, daß der Zustand der typischen rheophilen Fischgesellschaften in der österreichischen Donau kritisch ist.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Rheophil A	Rheophil B	Euryök	Limnophil
▲ *Acipenser ruthenus*	▲ *Leuciscus idus*	■ *Anguilla anguilla***	▲ *Leucaspius delineatus*
● *Salmo trutta f.f.**	▲ *Abramis sapa*	■ *Esox lucius*	■ *Scardinus erythrophthalmus*
▲ *Hucho hucho*	▲ *Abramis ballerus*	■ *Rutilus rutilus*	▲ *Rhodeus sericeus amarus*
■ *Oncorhynchus mykiss***	■ *Pelecus cultratus*	■ *Alburnus alburnus*	■ *Carassius carassius*
■ *Thymallus thymallus*	● *Aspius aspius*	■ *Blica bjoerkna*	■ *Tinca tinca*
● *Chondrostoma nasus*	▲ *Cobitis taenia*	■ *Abramis brama*	▲ *Misgurnus fossilis*
● *Barbus barbus*	■ *Gobio gobio*	■ *Carassius auratus gibelio*	● *Stizostedion volgense*
▲ *Rutilus pigus virgo*	▲ *Lota lota*	■ *Perca fluviatilis*	■ *Gasterosteus aculeatus***
▲ *Rutilus frisii meidingeri*		■ *Stizostedion lucioperca*	
● *Leuciscus leuciscus*		■ *Proterorhinus marmoratus*	
■ *Leuciscus cephalus*		▲ *Silurus glanis*	
▲ *Vimba vimba*		■ *Gymnocephalus cernua*	
▲ *Phoxinus phoxinus*		▲ *Cyprinus carpio****	
▲ *Gobio kessleri*			
■ *Gobio albipinnatus*			
▲ *Gobio uranoscopus*			
● *Noemacheilus barbatulus*			
▲ *Alburnoides bipunctatus*			
■ *Cottus gobio*			
▲ *Gymnocephalus baloni*			
● *Gymnocephalus schraetzer*			
● *Zingel zingel*			
▲ *Zingel streber*			
31 Arten, 24 gefährdet		13 Arten, 2 gefährdet	8 Arten, 4 gefährdet

Tab. 1: Populationszusammensetzung der Fischfauna; ▲ gefährdete Art, ● potentiell gefährdete Art, ■ zur Zeit nicht gefährdet, A alle Entwicklungsstadien im Hauptarm des Flusses, B einige Entwicklungsstadien mit Ansprüchen an Altarme oder Zubringer, *autochthone Bestände gefährdet, **vor 1900 besetzt, ***Wildkarpfen.

Auswirkungen von Stauhaltungen auf die Fischfauna

Vergleicht man die Fischfauna der freifließenden Strecken mit jener in den Stauräumen, so zeigen sich erwartungsgemäß deutliche Unterschiede.

Ein Vergleich der Fangstatistiken in einem etwa 35 km langen Profil beginnend mit der freien Fließstrecke, bis zum Staubereich Altenwörth (Abb. 2) zeigt einen ausgeprägten Längsgradienten in der Fischzusammensetzung: Barben (*Barbus barbus*) und Nasen (*Chondrostoma nasus*) dominieren in der freien Fließstrecke, während in den gestauten Flußabschnitten Allerweltsarten wie Rotaugen (*Rutilus rutilus*) und Lauben (*Alburnus alburnus*) überwiegen und die Dichte typischer Flußfischarten sehr stark zurückgeht. Die Unterschiede in den Fischgesellschaften der Stauwurzel und des zentralen Staues sind vergleichsweise gering. Eine Analyse der Größenstruktur von Barbe und Nase zeigt, daß in der Nähe des Wehres nur ältere Fische anzutreffen sind, welche offenkundig in den nahrungsreichen Sedimentablagerungen günstige Bedingungen vorfinden. Nach der Errichtung einer Staustufe dauert es offenkundig mehrere Jahre, bis sich die Fauna entsprechend den geänderten Lebensbedingungen gewandelt hat. Die Erklärung dafür sind die lange Lebensdauer sowie die Anpassungsfähigkeit der Adultfische rheophiler Arten an geänderte Milieubedingungen.

Jungfischerhebungen mit Uferzugnetzen zeigen den raschen Rückgang im Fortpflanzungserfolg dieser und ökologisch ähnlicher Arten an. Die Fließgeschwindigkeit und die Substrat-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

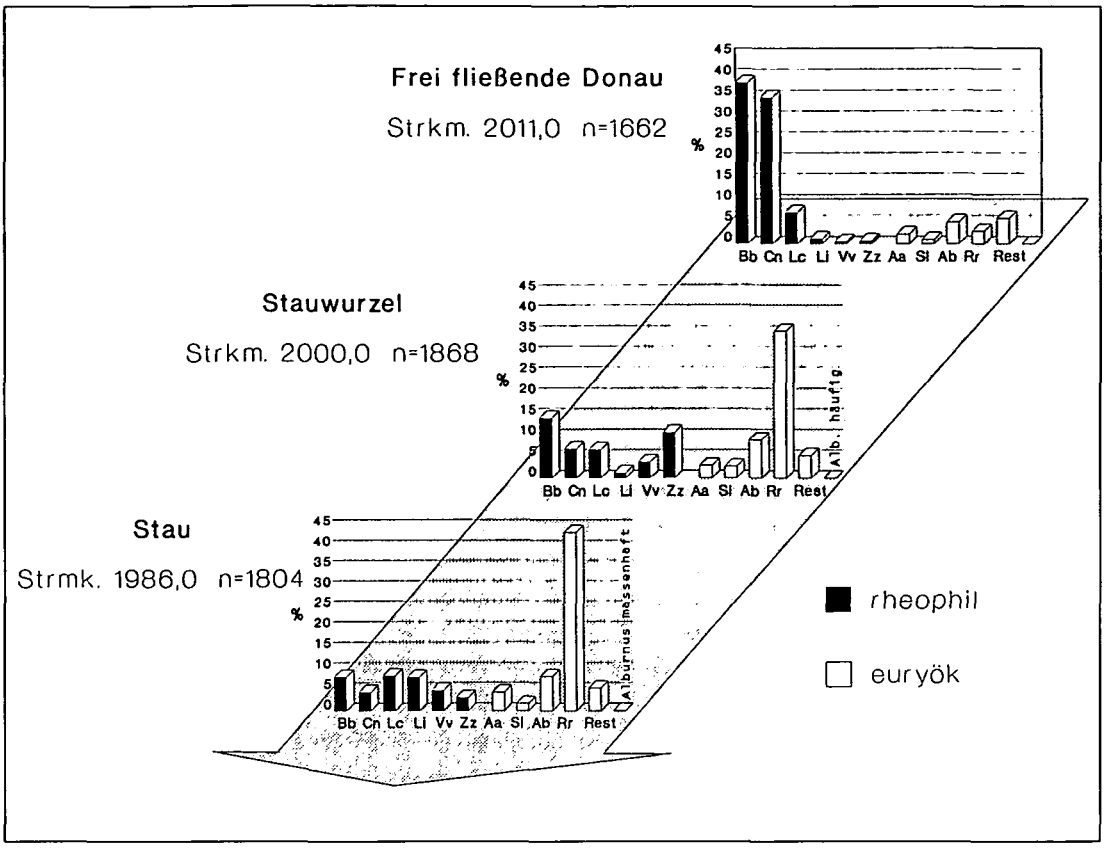


Abb. 2: Zusammensetzung der Fischfauna (in %) in einem Längsprofil des Stauraumes Altenwörth und der flußauf gelegenen freien Fließstrecke. Ergebnisse von Elektrobefischungen. Bb = *Barbus barbus*, Barbe; Cn = *Chondrostoma nasus*, Nase; Lc = *Leuciscus cephalus*, Aitel; Li = *Leuciscus idus*, Nerfling; Vv = *Vimba vimba*, Rußnase; Zz = *Zingel zingel*; Aa = *Aspius aspius*, Schied; Sl = *Stizostedion lucioperca*, Zander; Ab = *Abramis brama*, Brachsen; Rr = *Rutilus rutilus*, Rotauge; Bbj = *Blicca bjoerkna*, Güster. Nach SCHIEMER & WAIDBACHER (1992).

beschaffenheit entlang der Ufer entsprechen offensichtlich nicht den Anforderungen als geeignete Reproduktionszonen und Aufwuchsgebiete.

Die Entwicklung der limnophilen und polythermen Elemente wie z.B. Schleie (*Tinca tinca*), Wels (*Silurus glanis*) oder Karpfen (*Cyprinus carpio*) ist im Stau durch die relativ niedere Wassertemperatur, die geringe Pflanzenentwicklung im Uferbereich und die geringe Zooplanktondichte eingeschränkt.

Einige wenige rheophile Arten wie Nerfling (*Leuciscus idus*), Rußnase (*Vimba vimba*), sowie die endemischen Spindelbarsche scheinen sich zumindest als Adultfische, mit den geänderten Umweltbedingungen im Stauraum besser zurechtfinden.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die wesentlichen Lebensraumerfordernisse für die Donaufischfauna

Für den Naturschutz, aber auch aus der Sicht des Wasserbaues ist es wichtig, die ökologischen Erfordernisse charakteristischer Arten im Detail zu erfassen, um entsprechende Maßnahmen ableiten zu können. Abb. 3 faßt jene Lebensraumerfordernisse der Fischfauna zusammen, auf die bei weiteren Schutzüberlegungen besonders Rücksicht zu nehmen sein wird. Im Hinblick auf die bevorzugten Vorkommensbereiche der Adultfische (Kreise) bzw. den jeweiligen Reproduktions- und Brutzonen (Pfeile) wurden 5 ökologische Gruppen unterschieden (die folgenden Zahlen beziehen sich auf die Abbildung 3, rechts):

1. Flußfische, die eine durchgehende Verbindung der Donau zu ihren Zuflüssen benötigen, da Rhitralbedingungen für die Reproduktion und die Jugendentwicklung erforderlich sind (z.B. Huchen *Hucho hucho*, Aalrutte *Lota lota*). Die Aalrutte zum Beispiel zeigt eine deutliche Populationsabnahme in Stauräumen, in denen die winterliche Migration in die Zuflüsse unterbrochen wurde.

2. Flußfische, die im Uferbereich der Donau selbst laichen und ihre Jugendentwicklung hier vollziehen (klassische Flußfischarten wie z.B. Nasen (*Chondrostoma nasus*), Barben (*Barbus barbus*), Gründlinge (*Gobio gobio*), Spindelbarsche etc.

3. Arten, die phasenweise in Nebengewässern vorkommen, aber zur Fortpflanzung und im Brutfischstadium an die Uferzonen des Flusses gebunden sind (z.B. als Nahrungszone oder Winterstand, z.B. Zope (*Abramis ballerus*), Schied (*Aspius aspius*). Solche Arten sind wichtige Zeiger für die Vernetzung von Fluß und seitlichen Nebengewässern.

4. Eurytope Arten, Lebensraumgeneralisten, die sowohl im Fluß und in verschiedenen Typen stehender Gewässer gefunden werden. Neben Massenformen, wie Lauben (*A. alburnus*), Rotaugen (*R. rutilus*), Güster (*Blicca bjoerkna*) und Brachsen (*Abramis brama*), zählen zu dieser Gruppe einige Arten, die in der Laichphase auf Überschwemmungswiesen angewiesen sind, wie z.B. die Wildform des Karpfen (*Cyprinus carpio*) oder der Hecht (*Esox lucius*).

5. Stillwasserformen (Limnophile), die bevorzugt in den verschiedenen Typen von verlandeten Altarmen anzutreffen sind. Zu dieser Gruppe gehören häufigere Arten wie Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Schleie (*Tinca tinca*) und Karausche (*Carassius carassius*), aber auch Fische mit spezifischeren Lebensraumansprüchen wie der Schlammpeitzger (*Misgurnus fossilis*).

Eine umfassende faunistische Untersuchung der Donaualtarme konnte die Bedeutung von Augewässern als Schutzzonen für die Fischfauna aufzeigen (SCHIEMER 1985): Gemessen an der großen Zahl gefährderter Arten, weisen jene Nebenarme, die mit der Donau langfristig in Verbindung stehen, den höchsten Schutzwert auf. In den stärker von Hauptstrom isolierten Augewässern geht die Gesamtzahl und die Zahl gefährdeter Arten deutlich zurück und es kommt zur Vorherrschaft einiger unspezialisierter Formen wie Rotaugen und Brachsen. Im Gesamtspektrum der verschiedenen Augewässertypen sind natürlich auch solche Standorte wertvoll, da hier Stillwasserformen einen geeigneten Lebensraum und alle Krautlaicher günstige Laichbedingungen antreffen. Eine Flächenausdehnung dieses Gewässertypes durch zusätzliche Abdämmungen wäre jedoch sicherlich nicht wünschenswert.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

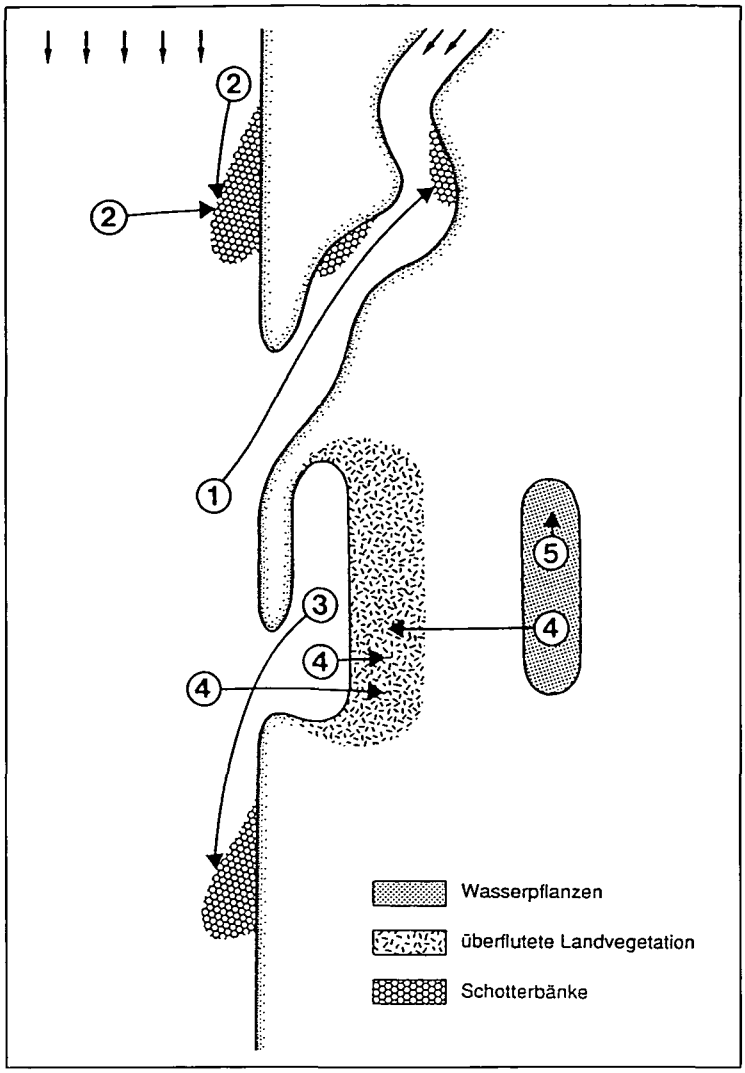


Abb. 3: Schematische Darstellung der wichtigsten Lebensraumerfordernisse von 5 Artengruppen von Fischen; die Kreise geben die bevorzugten Aufenthaltszonen der Adultfische an, die Pfeile die Laich- und Brutzonen. Weitere Erklärung siehe Text. Nach SCHIEMER & WAIDBACHER (1992).

Die wichtigsten und sensibelsten ökologischen Anforderungen an die Gegebenheiten des Lebensraumes bestehen im Larven- und Jugendstadium der Fische. Es ist gut bekannt, daß für die Krautlaicher Augewässer und die anschließenden Überschwemmungsflächen bei Frühjahrshochwässern günstige Laichreviere darstellen. Es wurde oft angenommen, daß offene, mit dem Fluß in Verbindung stehende Seitenarme auch für Flußfische wichtige Brutzonen darstellen. Eingehende Untersuchungen über die Fischbrut in verschiedenen Uferbereichen der Donau und der Nebengewässer haben aber ganz klar gezeigt, daß die meisten Flußfischarten in ihrer Jugendphase an die Uferregion des Flusses selbst gebunden sind (SCHIEMER et al. 1991). Diese Untersuchungen haben auch ergeben, daß sich die Ansprüche der Jungfische im Verlauf der ersten Lebensmonate dramatisch verändern.

Dies gilt vor allem für die ökologische Gruppe der Flußfische: Sind für das Larvenstadium strömungsarme, geschützte Uferbereiche erforderlich, so verschiebt sich mit zunehmendem Lebensalter der bevorzugte Aufenthaltsbereich in Richtung strömungsexponierter flacher Schotterbänke (Abb. 4). Die jeweils bevorzugten Bereiche sind aber nicht nur altersmäßig,

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

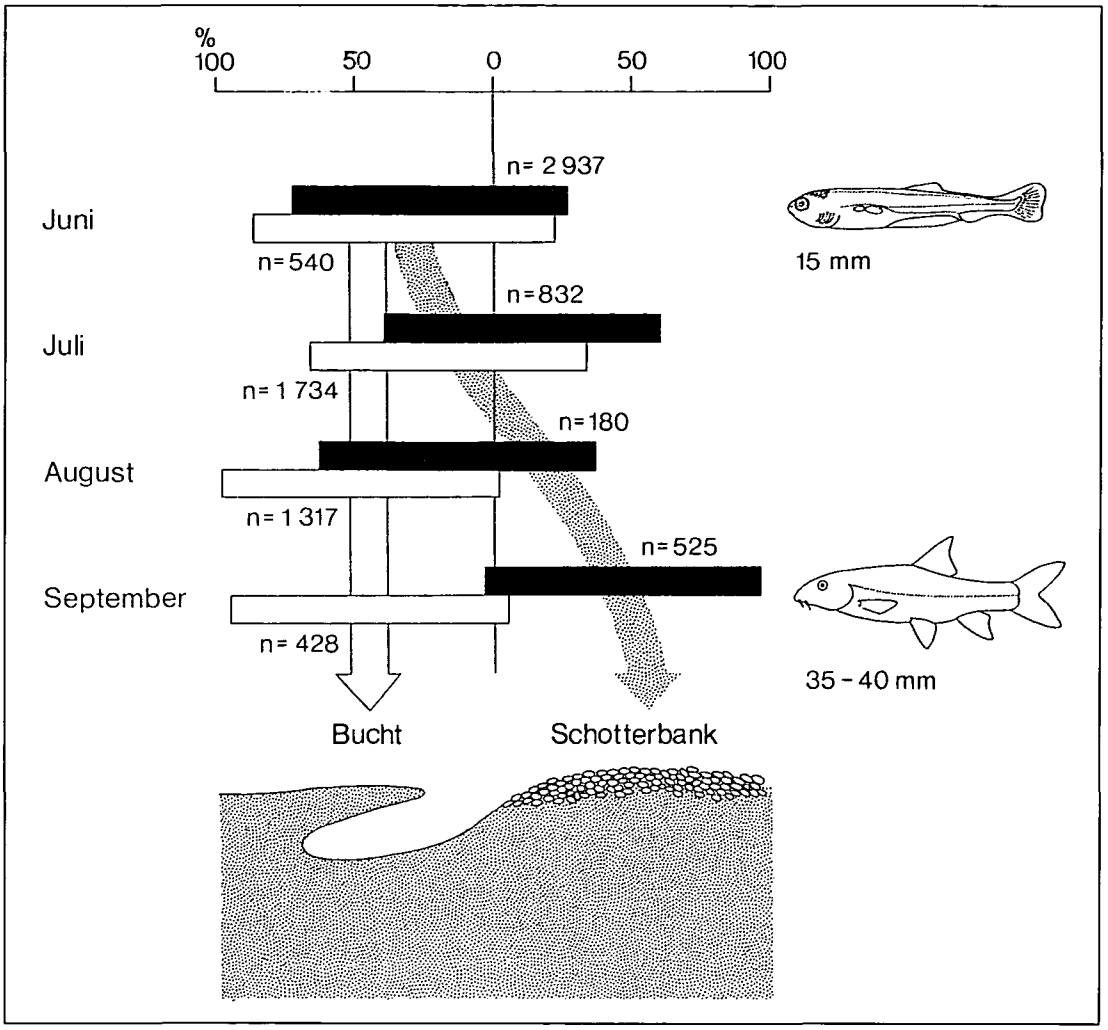


Abb. 4: Veränderung der Lebensraumansprüche in den ersten Lebensmonaten von Flußfischen. Die Querbalken geben den Anteil von euryöken (weiß) und rheophilen Arten (schwarz) im Uferbereich der Donau in strömungsgeschützten Buchten und benachbarten, vorgelagerten Schotterbänken an. Die Balkenlänge repräsentiert jeweils 100 %. Für die Monate Juni und September sind zusätzlich die durchschnittliche Längen der Brutfische angegeben. Nach SCHIEMER & SPINDLER (1989).

sondern auch artenmäßig sehr unterschiedlich. Parallel dazu verändern sich die Strömungspräferenzen und die Nahrungsansprüche (SCHIEMER & SPINDLER 1989).

Wichtig für das Aufkommen gefährdeter, rheophiler Arten sind reich strukturierte Uferabschnitte, die bei wechselnden Wasserständen einen Gradienten von Strömungsgeschwindigkeit und Nahrungsangebot darbieten und damit die sich verändernden Ansprüche der einzelnen Arten im Verlauf der Jugendentwicklung abdecken können.

Untersucht man das Jungfischaufkommen entlang der Uferzonen der fließenden Donau unterhalb Wiens, so findet man höhere Bestandsdichten und ein vielfältigeres Artenspektrum vor allem an den reicher strukturierten Ufern mit Buchten und flachen Schotterbänken. Lineare Blockwürfe sind fischmäßig stark verarmt. Es ist also ganz offenkundig, daß die Ausbildung

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

des Flußufers einen ganz wichtigen Faktor für das Aufkommen bzw. für das Verschwinden einer spezifischen Donaufischfauna darstellt.

Die ökologische Qualität der Uferzonen kann sehr gut nach den Erfordernissen der Flußfischfauna in ihrem Larven- und Jugendstadium beurteilt werden. Eine Studie über die freifließende Donau zwischen Wien und der slowakischen Grenze ergab, daß nur 18 Abschnitte von jeweils 1 bis 2 km Länge als Brutzonen in Frage kommen (Abb. 5). Die strukturellen Verhältnisse dieser 18 Zonen, z.B. die Ausdehnung der Uferlinie bei Mittelwasser, korrelieren sehr gut mit der Diversität und Populationsdichte der Brutfische. Nur 6 der 18 Zonen waren als hochwertig zu beurteilen. 60 Prozent der Uferlänge sind durch Blockwürfe und monotone Einfassungen gekennzeichnet, welche praktisch kein Jungfischaufkommen ermöglichen (SCHIEMER et al. 1991).

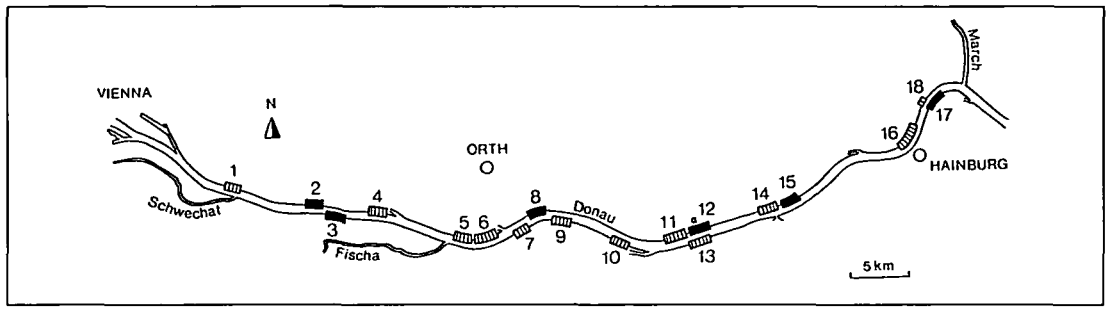


Abb. 5: Die Donau zwischen Wien und der Marchmündung mit potentiellen Brutfischzonen. Schwarz = hohe Qualität, strichliert = beschränkte Aufkommensmöglichkeiten. Nach SCHIEMER et al. (1991).

Es ist sehr wahrscheinlich, daß das derzeitige Ausmaß an Uferstrukturierung nicht ausreicht, um einzelne gefährderte Donaufischarten zu erhalten.

Der kontinuierliche Rückgang vieler, einstmals häufiger Arten (wie z.B. Nerfling, Frauennerfling und Barben) weist darauf hin, daß die Situation kritisch ist, und daß die derzeitigen Gegebenheiten selbst in der freien Fließstrecke unzureichend sind, um den hohen Artenbestand langfristig zu gewährleisten.

Naturschutzmaßnahmen

Naturschutzmaßnahmen müssen sich an den urspünglichen ökologischen Bedingungen in den Aulandschaften vor der Donauregulierung orientieren. Das Hauptziel des Naturschutzes muß die Erhaltung und Verbesserung der Gegebenheiten in den wenigen verbliebenen frei fließenden Abschnitten der österreichischen Donau sein.

Unsere Ergebnisse zeigen, daß die Verringerung der Uferstruktur und die seit der Donauregulierung reduzierte hydrologische Vernetzung von Fluß und Aulandschaft bei Mittelwasserständen, die schwerwiegendsten Beeinträchtigungen darstellten. Folgende Maßnahmen, die für die Verbesserung der gegenwärtigen Situation erforderlich sind, lassen sich auf Grund unserer Befunde ableiten:

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

1. Verbesserung der Uferstrukturierung durch den Abbau/Umbau der monotonen, steilen Blockwürfe sowie Flächenvergrößerung von Gebieten mit hoher Bettsedimentdynamik in flachen/seichten Uferbereichen. Damit könnte die Qualität der Laichsubstrate und der Aufwuchshabitate für rheophile Arten verbessert werden.
2. Schaffung von seitlichen Überflutungsmöglichkeiten bei erhöhten Mittelwasserführungen durch eine streckenweise Absenkung der Uferkanten. Damit sollen Schutzräume für Fische bei erhöhten Wasserführungen geschaffen werden. (Verminderung von Populationsverlusten und erhöhten Stoffwechselkosten durch hohe und uniforme Fließgeschwindigkeiten in der kanalisierten Donau). Zusätzlich können vergrößerte Überflutungsräume solchen Arten, die in Überschwemmungsbereichen ablaichen, als Laichbiotop dienen.
3. Reaktivierung der seitlichen Verbindungen des Hauptstromes zu abgetrennten Altarmen. Solche Verbindungen etwa ab Mittelwasser, würden das Ausmaß an Habitatvielfalt für Flußfische steigern. Daneben werden durch die starke Anbindung von Altarmsystemen auch die Lebensmöglichkeiten für jene Flußfische verbessert, die phasenweise Ruhigwasserbedingungen benötigen. Ganz generell steigt mit zunehmender Vernetzung das Produktionspotential der Fischfauna an (ANTIPA 1928).

In den bestehenden Stauräumen, die zwar ein geringeres Verbesserungspotential aufweisen, kann die ökologische Funktionsfähigkeit ebenfalls verbessert werden. Die wichtigsten Maßnahmen in diesem Zusammenhang sind:

1. Restrukturierung der einheitlichen Uferzonen durch Kurzbuhnen und Holzstrukturen; damit könnte die Mikrohabitatstruktur verbessert, der Jungfischlebensraum etwas vergrößert und die Refugialmöglichkeit für Fische während eines Hochwasserereignisses erhöht werden.
2. Restrukturierungen an der Flußsohle durch sogenannte „künstliche Riffe" können die Einstandsmöglichkeiten für Fische bei Winterhochwässern verbessern.
3. Die Errichtung von seitlichen Stillwasserräumen durch großzügige Dammverschwänkungen können limnophilen und eurytopen Arten verbesserte Lebensbedingungen bringen (z.B. Temperaturerhöhung, Ausbildung submerser Vegetation, Planktonentwicklung etc.).
4. Die Erweiterung von seichtgelegenen Schotterbänken im Stauwurzelbereich verbessert die Laich- und Aufwuchsbedingungen für typische Flußfischarten.
5. Die sohlgleiche Einmündung von Zubringern ermöglicht Wandermöglichkeiten von Rithrallaichern.
6. Die Anbindung der seitlichen Altarme im Stauwurzelbereich (nur bedingt möglich) könnte zu wesentlichen Habitatsverbesserungen führen.

Die meisten dieser Managementempfehlungen, vor allem jene für die freifließenden Abschnitte, erfordern umfangreiche flußbautechnische Maßnahmen. Aus ökologischer Sicht werden großflächige Langzeituntersuchungen notwendig sein, um die Vorschläge in ihrer Wirkung abschätzen und verbessern zu können.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Zusammenfassung

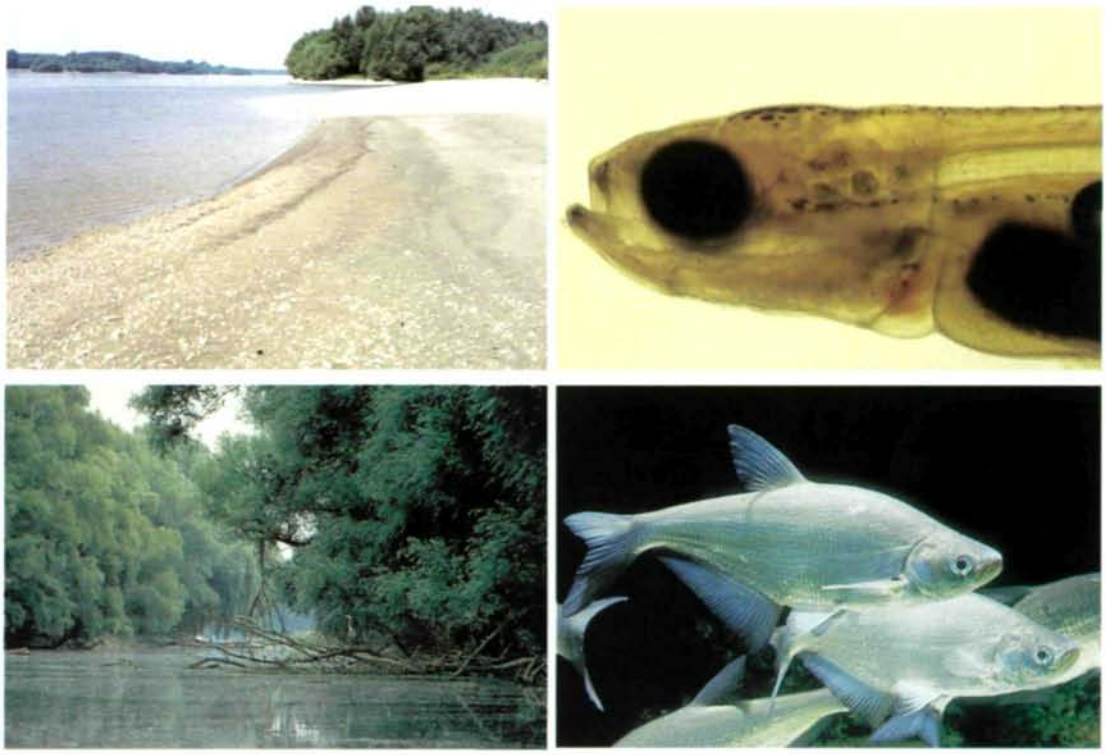
Ökologische Prozesse großer Fließgewässer werden anhand von drei Konzepten vorgestellt: Ökoton-Konzept, Flood-Pulse Konzept und Vernetzungskonzept.

In allen Konzepten wird auf die Bedeutung der Interaktionen zwischen Strom, Uferausstattung und begleitenden Auwäldern und Überschwemmungsgebieten hingewiesen. Die ökologische Charakteristik großer Fließgewässer läßt sich am besten mit dynamischer Instabilität beschreiben.

Eindämmung, Kraftwerksstaue und Regulierungen haben den Verlauf und die Ökologie der österreichischen Donau drastisch verändert, was sich in den Fischpopulationen widerspiegelt. Besonders Fischarten, die auf rhitrale, epipotamale und semiterrestrische Lebensräume angewiesen sind, finden sich in der „Österreichischen Roten Liste gefährdeter Fischarten" dokumentiert.

Aktuelle Studien über die Donaufischfauna in Österreich werden diskutiert. Abschließend folgen Vorschläge über die wichtigsten Faktoren für Ökosystem-Management an der österreichischen Donau.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Farbtafel 1

1. Uferzonen der Donau: Strukturreiche Ufer sind die Brutzonen für eine gefährdete Flußfischfauna. Wichtig für das Aufkommen von Arten sind reich strukturierte Uferbereiche, die bei wechselnden Wasserständen einen Gradienten von Strömungsgeschwindigkeiten und Nahrungsangebot darbieten. (Foto: Schiemer)

2. Larve der Nase (*Chondrostoma nasus*). Die ersten Lebensmonate sind das kritische Stadium. Um die Erhaltung solcher Arten zu gewährleisten, müssen die entsprechenden ökologischen Gegebenheiten im Uferbereich der Flüsse vorhanden sein.

3. Offene, vernetzte Altarme: von besonderer Bedeutung für die Erhaltung einer artenreichen Fischfauna ist der Vernetzungsgrad von Fluß und Nebengewässern. Offene Altarme sind auch für rheophile Arten als Schutz- und Nahrungszonen wichtig. (Foto: Navarra & Golebiowski)

4. Offenen Altarme sind wichtige Nahrungszonen und Wintereinstände für die Zope (*Abramis ballerus*). (Foto: Pechlaner)

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Farbtafel 2

5. Abgeschlossene Altarme: der flächenmäßige Anteil solcher stark verlandenden Gewässer hat seit der Donauregulierung stark zugenommen. (Foto: Navarra/Golebiowski)

6. Verlandungszonen mit einer charakteristischen Sumpfvegetation. (Foto: Schiemer)

7. Dynamische Wirkung von Hochwässern: Hochwässer sind ein wichtiges Element von Aulandschaften. Sie bewirken eine Umgestaltung der Flußlandschaft besonders in den Uferbereichen und verhindern die Verlandung von angeschlossenen Altarmen. (Foto: Möseneder)

8. Längerfristige, flächendeckende Hochwässer erhöhen die Produktivität der Fischfauna. Sie verbessern das Nahrungsangebot und erschließen terrestrische Randzonen als Laichgebiete für manche Fischarten. (Foto: Navarra / Golebiowski)

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Literatur

AMOROS C. & A. L. ROUX (1988). Interaction between water bodies within the floodplains of large rivers: function and development of connectivity. — In: SCHREIBER K.-F. (ed.), Connectivity in landscape ecology, Münstersche Geographische Arbeiten **29:** 125 - 130.

ANTIPA G. P. (1928). Die biologischen Grundlagen und der Mechanismus der Fischproduktion in den Gewässern der unteren Donau. — Bull. Sect. scient. Acad. Roum. **11:** 1-20.

HOLCIK J. & I. BASTL (1976): Ecological effects of water level fluctuation upon the fish populations in the Danube River floodplain in Czechoslovakia. — Acta Sci. Bohemoslov. Brno **10**/9: 3-46.

JUNK W.J., P.B. BAYLEY & R.E. SPARKS (1989): The flood pulse concept in river-floodplain systems. — In: DODGE D.P. (ed.), Proceedings of the International Large River Symposium, Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. **106:** 110-127.

NAIMAN R. J. & H. DECAMPS (1990): The ecology and management of aquatic - terrestrial ecotones. — "Man and the Biosphere Series", Vol. **4,** The parthenoin Publishing Group, 316 pp.

SCHIEMER F. (1985): Die Bedeutung von Augewässern als Schutzzonen für die Fischfauna. — Österr. Wasserwirtschaft **37:** 239-245.

SCHIEMER F. & T. SPINDLER (1989): Endangered fish species of the Danube river in Austria. — Reg. Riv., Res. & Mgmt **4:** 397-407.

SCHIEMER F., T. SPINDLER, H. WINTERSBERGER, A. SCHNEIDER & A. CHOVANEC (1991): Fish fry associations: Important indicators for the ecological status of large rivers. — Verh. int. Verein. theor. angew. Limnol. **24:** 2497-2500.

SCHIEMER F. & H. WAIDBACHER (1992): Strategies for conservation of a Danubian fish fauna. — In: BOON P. J., P. CALOW & G. E. PETTS (Eds.): River conservation and management, John Wiley & Sons Ltd., 363-382.

SCHIEMER F. & M. ZALEWSKI (1992): The importance of riparian ecotones for diversity and productivity of riverine fish communities. — Neth. J. of Zoology **42:** 323 - 335.

SEDELL J.R., J.E. RICHEY, & F.J. SWANSON (1989): The river continuum concept: a basis for the expected ecosystem behavior of very large rivers. — In: DODGE D.P. (ed.), Proceedings of the International Large River Symposium, Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. **106:** 49 - 55.

WELCOMME R. L. (1979). Fisheries ecology of floodplain rivers. — Longman, London, 317pp.

Anschrift der Verfasser:
Univ. Prof. Dr. Fritz Schiemer
Inst. f. Zoologie, Abt. Limnologie
Universität Wien
Althanstraße 14
A-1090 Wien/AUSTRIA

Univ. Doz. Dr. Herwig Waidbacher
Abt. Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft undAquakultur
Universität für Bodenkultur
Max Emanuelstraße 17
A-1180 Wien/AUSTRIA